

IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG EN LA EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA PRÁCTICAS FORESTALES EN EL LITORAL BONAERENSE

USING GIS FOR THE EVALUATION OF THE SUITABILITY FOR FORESTATION PRACTICES IN THE COAST OF BUENOS AIRES PROVINCE

Horacio Alejandro Turno Orellano ¹

Federico Ignacio Isla ²

Viviana Isabel Juárez ³

RESUMO

No litoral da província de Buenos Aires existem duas barreiras de dunas costeiras, a Austral e a Oriental. Parte destas dunas estão fixadas por pastagens e por reflorestamentos. As dunas que não possuem vegetação podem ser erodidas pelos ventos e apresentar mudanças significativas de posição, tamanho e morfologia. Para evitar estas mudanças foram implantados reflorestamentos privados e estatais, sobre os quais não foram encontrados dados. Esta cultura de reflorestamento criou um ambiente propício para investimentos urbanos e turísticos, que se implantaram sem planejamento adequado nem previsão das suas conseqüências.

Este trabalho tem como objetivo o mapeamento digital das barreiras de dunas costeiras da província de Buenos Aires, Argentina implementando um sistema de informações geográficas que permita a localização e quantificação de reflorestamento e possibilite o planejamento de futuros reflorestamentos. Foram realizados levantamentos de campo para caracterizar cada um dos setores reflorestados. A informação foi incorporada a uma base de dados vinculada ao mapa digital que continha as barreiras e a cobertura florestal das mesmas. As dunas costeiras da província de Buenos Aires ocupam uma superfície total de 179.393 ha; sendo 42.992 ha correspondentes à barreira Oriental e 136.401 ha à barreira Austral. Somente 4,28% da superfície da barreira Austral foi ocupada por urbanizações ou florestas artificiais. Na barreira Oriental o efeito antrópico abrange 28,06%. Deste modo, as florestas nas dunas perfazem 16.500 ha. Os solos com aptidão florestal, disponíveis, superam as 150.000 ha, das quais 100.000 ha correspondem a dunas fixadas por pastagens onde existe a possibilidade de reflorestar sem alterar a dinâmica sedimentar.

Palavras-chaves: SIG, reflorestamento, dunas costeiras.

1 Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires (CIC). Centro de Geología de Costas y del Cuaternario (CGCC), C.C. 722 – Correo Central, (7600) Mar del Plata, Argentina. <hturno@mdp.edu.ar.>

2 Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). <fisla@mdp.edu.ar.>

3 CONICET. <vijuarez@mdp.edu.ar.>

RESUMEN

Sobre el litoral de la provincia de Buenos Aires existen dos barreras de médanos, Austral y Oriental, que están parcialmente fijadas por cultivos herbáceos y forestales. Las dunas que no poseen vegetación que las estabilice pueden ser removidas por los vientos, cambiando de posición y dimensiones con graves consecuencias medioambientales. Para evitar estos desplazamientos se realizaron forestaciones tanto privadas como estatales de las cuales no se poseen datos concretos. Los montes crearon un ámbito propicio para inversiones urbanísticas y turísticas, las cuales se llevaron a cabo sin una adecuada planificación ni predicción de consecuencias. El presente trabajo tiene como objetivo la obtención de un mapa digital de la Barreras Medanosas de la Provincia de Buenos Aires a través de la implementación de un sistema de información geográfico para la ubicación y cuantificación de las plantaciones forestales y de las zonas disponibles para futuras forestaciones a partir de la digitalización del mismo sobre un mosaico generado a partir de imágenes satelitales. Se realizaron trabajos de campo tendientes a caracterizar cada uno de los sectores forestados y se incorporó la información a una base de datos vinculada al mapa digital generado que contiene ambas barreras y las distintas coberturas presentes sobre las mismas. Las dunas costeras de la provincia de Buenos Aires ocupan una superficie total de 179.393 ha, correspondiendo 42.992 ha a la barrera oriental y 136.401 ha a la barrera austral. Sólo el 4,28% de la superficie original disponible sobre esta última ha sido modificada a través de forestaciones y/o urbanizaciones; mientras que en la oriental el efecto antrópico alcanza el 28,06%, totalizando para las barreras de médanos del litoral bonaerense unas 16.650 ha. La disponibilidad de estos suelos para prácticas forestales en ambos tramos supera las 150.000 ha, de las cuales 110.000 ha de médanos se encuentran estabilizados por vegetación psamófila donde se pueden llevar a cabo prácticas forestales sin alterar la dinámica sedimentaria.

Palabras-clave: SIG, forestación, dunas costeras.

EXTENDED ABSTRACT

The coast of Buenos Aires Province between Punta Rasa and Punta Alta is run by sand dune barriers. These barriers got formed in the last 3,000 years due to the sea level fluctuation reached 3.5 km wide and 40 m high. The migration of dunes causes serious damages in urbanized areas, in a direct way or by the blocking of rivers and streams.

The fixation of dunes through natural colonisation of grasses is a very slow process. In the forties, man started to practice deforestations to achieve the definitive fixation of dunes, and minimising environmental risks.

Some of these forestations were lotted for cutting and urbanisation. This paper was made in order to obtain precise data of available areas for deforestations practices. A mosaic of images (combined in false colour composite) was generated within a Gauss-Kruger universe and incorporated into a Geographic Information System in order to recognise the dune cover. A data base was made up with field data (position, species, height, DBH -diameter at breast height-, density) referred to GPS coordinates. Images and tables were incorporated into geographic maps generated by a Geographic Information System. The file generated by the GIS refers the satellite images the data proceeding from each of the studied deforestation areas, allowing the periodical actualisation of the data. It was determined a total of 110,949 ha that is available to carry out forest practices on stabilized dunes, corresponding the majority to the BMA.

Key-words: GIS, forest, coastal dunes.

INTRODUCCIÓN

Las dunas costeras constituyen acumulaciones de arena a lo largo del litoral marítimo originadas por la acción conjunta del mar y del viento a través de procesos de erosión y depositación. Sobre la costa de la Provincia de Buenos Aires existen dos barreras medanosas, Austral y Oriental (figura 1), que han evolucionado como consecuencia de la fluctuación del nivel del mar a partir

del Holoceno medio (Isla 1989, 1998). Estas barreras tienen un ancho de 2 a 4 km y están parcialmente fijadas por cultivos herbáceos y forestales (Cozzo 1976; Lobet, 1944). Aquellos tramos de dunas que no poseen vegetación que las estabilice pueden ser removidos por los vientos, cambiando de posición y dimensiones con graves consecuencias medioambientales, invadiendo cultivos o poblaciones y obstruyendo las desembocaduras de pequeños cursos de agua provocando inundaciones

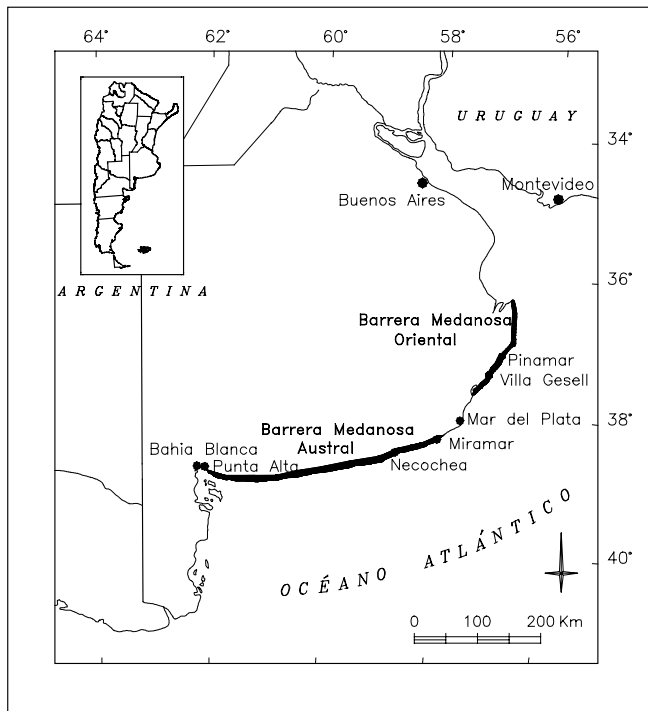


Figura 1: Mapa de ubicación. Location map.

(Isla & Villar 1992). Para evitar estos desplazamientos dunarios, y aprovechando facilidades impositivas, los dueños de los campos costeros han practicado forestaciones. Aún así, las forestaciones más importantes fueron impulsadas por organizaciones gubernamentales (Ministerio de Asuntos Agrarios e Instituto Forestal Nacional) de las cuales no se poseen datos concretos. Las masas boscosas generadas de una u otra forma sobre dunas colindantes al mar crearon un ámbito propicio que atrajo inversiones orientadas a proyectos urbanísticos y turísticos. En muchos casos, estas actividades se llevaron a cabo sin una adecuada planificación ni predicción de consecuencias.

Las dunas son alimentadas permanentemente por la deflación eólica de la playa alta, que posee arena seca. Esta pérdida es recompensada por los aportes de la acumulación marina, producto del dragado paulatino de los fondos o de la deriva litoral durante periodos de buen tiempo con olas cortas. Los fondos marinos recuperan esa arena durante tormentas y tempestades tomando los sedimentos de la playa y de los bermas de la playa alta. Estos movimientos constantes de material tienden a lograr un equilibrio; por lo tanto, resulta evidente que la fijación de la arena de ciertos tramos de playa alteraría el mismo a través de la interrupción de la dinámica sedimentaria costera pudiendo afectar también zonas aledañas.

Distintas comunidades se suceden sobre los médanos costeros según su grado de estabilización. Los médanos vivos son aquellos sin vegetación o con escasa vegetación donde predomina la gramínea rizomatosa *Panicum racemosum*, pionera de la arena movediza (Cabrera 1941; 1976). En médanos donde la vegetación ha logrado una estabilización se suceden comunidades distintas: *Panicetum*, *Spartinetum*, *Margyricarpetum* y *Androtrichetum* según se trate de médanos embrionarios, primarios, secundarios o terciarios respectivamente (Vervoorst 1967).

El procesamiento de imágenes provenientes de sensores remotos se ha constituido en una herramienta eficaz con múltiples aplicaciones para las ciencias naturales (Colwell 1983; Green et al. 1996). Las imágenes satelitales presentan una escala conveniente para la evaluación de recursos y poseen bandas que, combinadas adecuadamente, permiten discriminar la cubierta vegetal de los otros rasgos de la superficie terrestre, lo cual las hace particularmente atractivas para el monitoreo de masas boscosas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) conforman bases de datos informatizadas que permiten el almacenamiento, manipulación y salida gráfica de la información (Congalton & Green 1992). A su vez, permiten agregar un componente espacial a la información, que puede ser un marco de coordenadas independiente o estar referenciadas geográficamente (latitud - longitud, Gauss Krugger). Utilizando la potencialidad de esta herramienta surge el presente trabajo como un tipo de metodología para el abordaje de estudios de inventario, evaluación y análisis de recursos naturales.

Este trabajo tiene como objetivo la obtención de un mapa digital de las Barreras Medanosas a través de la implementación de un SIG para la ubicación y cuantificación de las plantaciones forestales y de las zonas disponibles para futuras forestaciones a partir de la digitalización del mismo sobre un mosaico generado a partir de imágenes satelitales. Los resultados obtenidos son de carácter dinámico, dada la posibilidad de actualización constante y la capacidad de absorción de nuevos datos provenientes de estudios de campo complementarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio: La zona de estudio comprende una formación de médanos uniforme que recorre el litoral de la provincia de Buenos Aires (figura 1). Dicha formación sólo se interrumpe entre Mar Chiquita y la localidad turística de Miramar, conformando dos tramos o Barreras Medanosas bien diferenciadas: una que se extiende desde

Punta Rasa (36°18' S, 56°45' O) hasta Mar Chiquita llamada Barrera Medanosa Oriental y otra desde Miramar hasta Punta Alta (38°54' S, 62°04' O), Barrera Medanosa Austral.

Trabajos de campo: Los trabajos de campo se centraron principalmente en aquellos sectores de forestaciones implantadas con o sin modificaciones antrópicas posteriores. Se realizaron campañas de reconocimiento y muestreo en las forestaciones de ambas BM. Durante las mismas, se seleccionaron estaciones de muestreo que fueron posicionadas con un GPS Trimble Ensign XL (precisión espacial ± 100 m). En cada estación se reconocieron las especies vegetales presentes mediante la utilización de la clave dicotómica de Alonso et al. (1984) y se llevaron a cabo mediciones de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y distanciamiento. Los cálculos de altura se realizaron a través de la medición (con clinómetro) del ángulo formado por la copa con respecto al observador, la distancia del observador a la base del individuo medido y la altura del observador. El DAP se calculó a partir de la medición de la circunferencia del tronco con cinta métrica, método muy confiable según Cailliez (1980). El distanciamiento entre individuos se midió directamente con cinta métrica, en los lugares con espaciamiento uniforme se realizaron transectas de 25 m, perpendiculares entre sí, y se contó el número de individuos.

Trabajos de gabinete: Estos sectores ocupan un área muy vasta, la cual puede ser evaluada a través de imágenes satelitales. Además, la información digital proveniente de estos últimos puede combinarse apropiadamente con datos de campo en un Sistema de Información Geográfico.

Analizando tanto la amplitud de la zona de estudio como la resolución espacial requerida para las evaluar cada sector en particular, se decidió emplear cinco imágenes tomadas por el sensor Thematic Mapper del satélite Landsat 5:

Se procesaron imágenes en compuestas en "Falso Color" a partir de las reflectancias obtenidas por el sensor en el verde, rojo e infrarrojo cercano. Posteriormente se georreferenciaron y unieron las imágenes procesadas, proporcionándoles coordenadas planas con respecto a una faja Gauss-Krueger aproximadamente equidistante de los extremos. Se escogió la faja número 5 centrada en el meridiano 60°.

La imagen - mosaico compuesta transformada se incorporó al Sistema de Información Geográfica (ARC VIEW 3.1) para ser utilizado como base para la vectorización de polígonos debidamente georreferenciados. En primer lugar se digitalizaron las Barreras Medanosas, a partir de las cuales, se sustrajo una zona de exclusión uniforme que resguarda los primeros 200 m a partir de la línea de ribera de modo de no alterar la dinámica sedimentaria costera. Posteriormente se sustrajeron aquellas zonas correspondientes a las distintas categorías identificadas y los polígonos resultantes se relacionaron con información en formato de tablas (resultados, base de datos) o en formato de gráficos (imágenes satelitales procesadas).

RESULTADOS

Los procesamientos efectuados a las imágenes satelitales originales permitieron una clara discriminación visual de las barreras medanosas y de las distintas coberturas presentes sobre las mismas. La elección del uso de coordenadas planas como sistema de referencia posibilitó llevar a cabo los cálculos de distancia y de área correspondientes.

A partir de la vectorización en ARC VIEW se obtuvo un mapa digital que contempla ambas barreras y las distintas coberturas presentes sobre las mismas (figura 2). Una categoría sobre cada una de las barreras representa los médanos vivos, sujetos a la remoción por los vientos (MdVBMA y MdVBM). Otra se refiere a aquellas dunas

Path	Row	Fecha de adquisición	Sector
226	087	16 de Febrero de 1999	Bahía Blanca – Monte Hermoso
225	087	25 de Febrero de 1999	Monte Hermoso – Necochea.
224	087	17 de Enero de 1999	Necochea – Mar del Plata.
224	086	07 de Abril de 1999	Mar del Plata – Villa Gesell.
223	085	18 de Julio de 1998	Villa Gesell – Punta Rasa

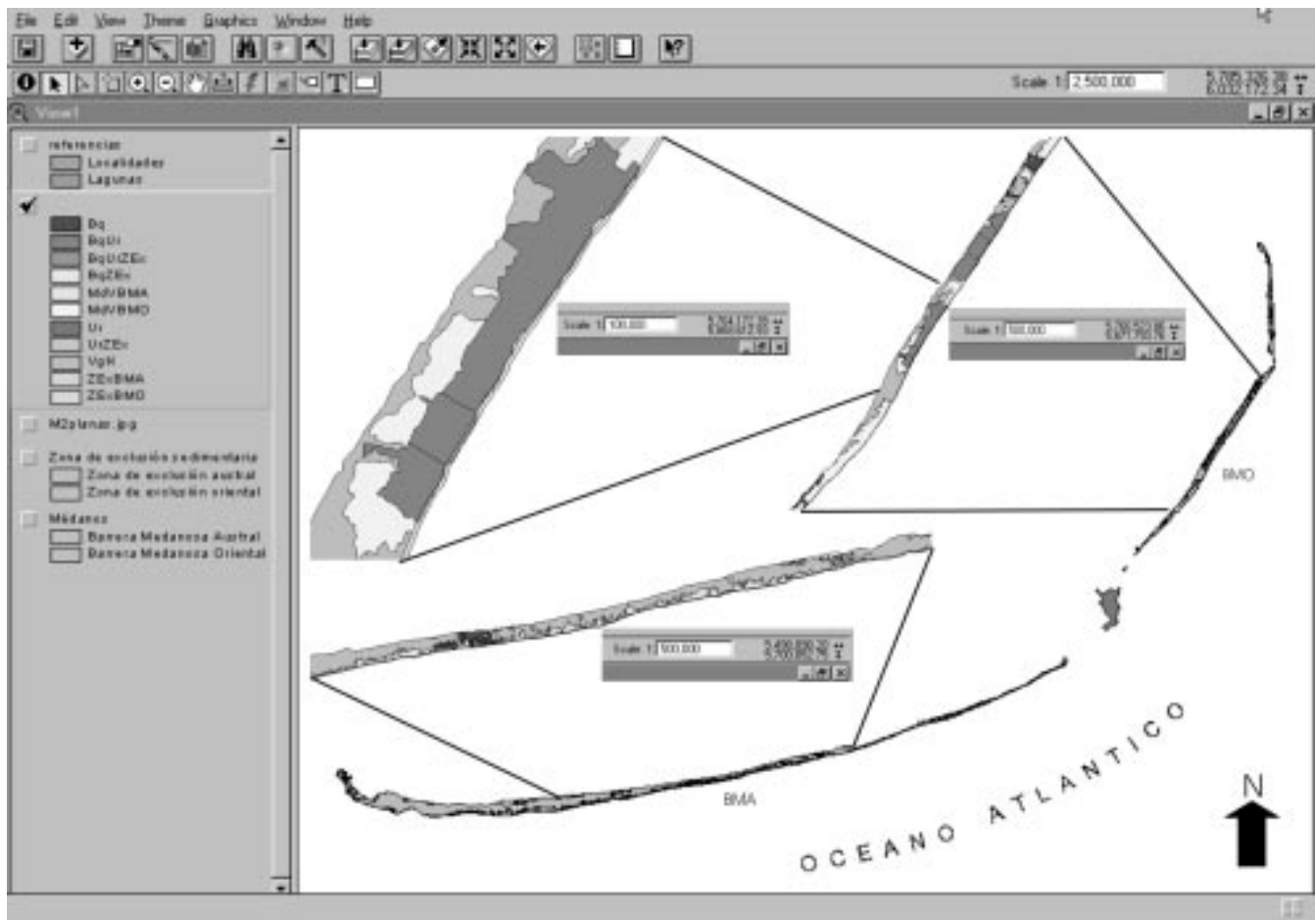


Figura 2: Vista completa de la pantalla del Sistema de Información Geográfica y vistas parciales a distintas escalas. Complete view of the Geographic Information System and partial views at different scales.

donde la predomina la vegetación herbácea logrando su estabilización aunque sea parcialmente (VgH). Por último se incluyen las forestaciones implantadas donde se realizaron los muestreos de campo (Bq). Allí se encontraron individuos de *Eucalyptus camandulensis* y, principalmente, distintas especies del género *Pinus*. Las más utilizadas para estas forestaciones fueron *Pinus radiata* (*P. insignis*) y *P. pinaster* (*P. marítima*), pero también se registraron montes de *P. halepensis*, *P. Pinea* y *P. thumbergii*. En general, las zonas forestadas más próximas a la línea de la costa presentaron especies de mayor rusticidad o bien, mezcla de especies. Se reconocieron también las categorías urbana (Ur) y las forestadas donde hubo loteo y urbanización (BqUr). Además, los lugares de superposición generaron nuevos polígonos que involucran características comunes (BqUrZEx, BqZEx, UrZEx).

Los datos de campo y las imágenes procesadas referidas a los lugares de muestreo se incorporaron satisfactoriamente al SIG, lo cual permitió su inmediata

visualización (figura 3). Por otro lado, el mapa generado está vinculado a una tabla dinámica, que modifica su resultado a medida que se incorporan nuevos polígonos, donde pueden apreciarse los resultados parciales o finales en conjunto o de cada polígono en particular. Del procesamiento de la misma se desprende que las dunas costeras de la Provincia ocupan una superficie total de 179.393 ha, correspondiendo 42.992 ha a la barrera oriental y 136.401 ha a la barrera austral.

El efecto antrópico ha ejercido mayor presión sobre la barrera oriental donde la quinta parte ha sido forestada y casi una cuarta parte es ocupada actualmente por asentamientos urbanos (Tab. 1). Estos asentamientos se han erigido casi en su totalidad sobre médanos previamente estabilizados en forma definitiva por prácticas forestales, lo que crea un marco ideal para la explotación turística de las distintas zonas. En contraposición, la barrera austral no muestra los mismos grados de ocupación, ya que sólo el 3% tiene forestaciones y la urbanización es incipiente.

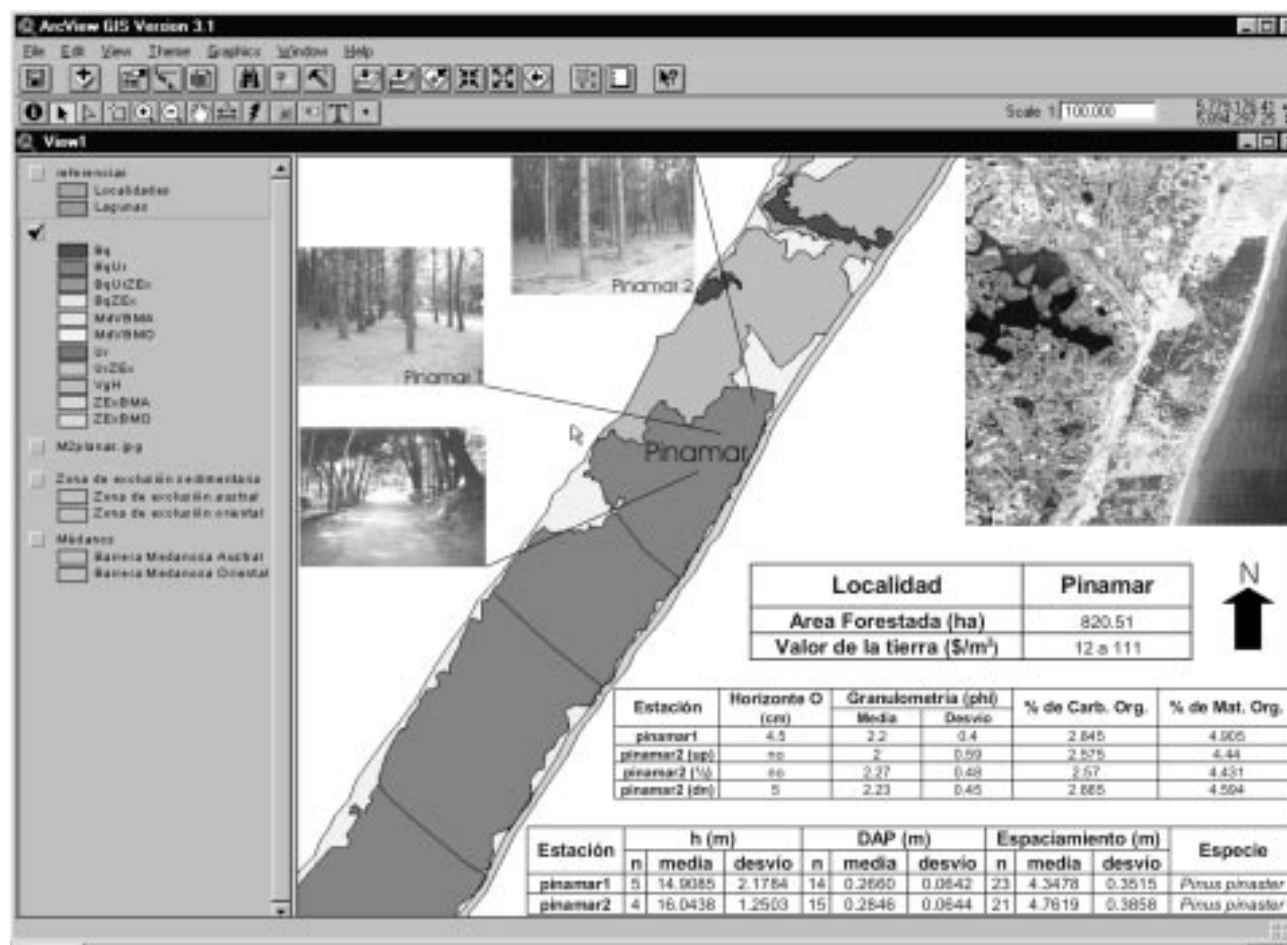


Figura 3: Vista del sector correspondiente a la localidad de Panamar en el Sistema de Información Geográfica y tablas e imágenes asociadas. View, tables and images associated to Pinamar city in the Geographic Information System.

Tabla 1: Coberturas presentes en las Barreras Medanosas del litoral bonaerense. Unidades: hectáreas. *% respecto a la superficie total. **% respecto al total forestado. ***% respecto al total urbanizado. ****% respecto a la superficie forestada con loteo y urbanización. Places found at Medanosas Barriers at the Bonaerense seashore Hectares units: *% about the total surface; **% about the total reforested area; ***% about urbanization total area; ****% about reforested surface for urbanization purpose.

Barreras Medanosas de la Prov. de Bs. As.	Superficie Total	Zona de exclusión	Total Forestado	Total Urbanizado	Forestado con Loteo y Urbanización	Forestado en Zona de Exclusión	Urbanizado en Zona de Exclusión	Forestado con Loteo y Urbanización en Zona de Exclusión
BMA	136,401	8.028,62	4.015,94 2,94% *	1.645,2 1,21 % *	44,4 1,11 % **	67,72 1,69 % **	52,23 3,17 % ***	2,70 6,08 % ****
BMO	42,992	3.257,47	8.897,12 20,69 % *	10.071,95 23,43 % *	7.487,14 84,15 % **	109,16 1,23 % **	313,98 3,12 % ***	90,01 1,20 % ****
Total	179,393	11.286,09	12.913,06 7,20 % *	11.717,15 6,53 % *	7.531,54 58,32 % **	176,88 1,37 % **	366,21 1,13 % ***	92,71 1,23 % ****

De la superficie total ocupada por los médanos, un 6,3% queda excluido para proyecciones futuras en este trabajo por tratarse de zonas que se encuentran a menos de 200 m de la línea de costa y que podrían alterar la dinámica sedimentológica costera. Se determinaron 122,65 ha de forestaciones y/o urbanizaciones realizadas sobre esta zona de exclusión en el tramo austral. Si bien sobre el tramo oriental la invasión de esta zona fue de 513,15 ha, los valores en función de porcentaje

respecto de los correspondientes usos son similares e incluso menores (tabla 1).

Sólo el 4,28% de la superficie original disponible sobre la barrera austral ha sido modificado a través de forestaciones y/o urbanizaciones; mientras que en la oriental el valor asciende al 28,06%, totalizando para las barreras de médanos del litoral bonaerense unas 16.650 ha (tabla 2). Por lo tanto, la disponibilidad de estos suelos para prácticas forestales es significativamente mayor en

Tabla 2: Disponibilidad en las Barreras Medanosas del litoral bonaerense. Unidades: hectáreas. *% Superficie total - zona de exclusión. ***% Excepto en zona de exclusión. *Availability in Medanosas Barriers at the Bonaerense seashore. Hectares units: *% total surface-exclusion zone; ***% exception in the exclusion zone.*

Barreras Medanosas de la Prov. de Bs. As.	Superficie disponible original*	Forestado y/o Urbanizado **	Médanos vivos	Médanos disponibles estabilizados con vegetación herbácea
BMA	128.372,38	5.499,49	28.688,71	94.624,01
BMO	39.734,53	11.148,8	11.823,17	16.325,38
Total	168.106,91	16.648,29	40.511,88	110.949,39

el tramo austral, donde se dispone de 123.312 ha fuera de la zona de exclusión y el 76,7% de las mismas ya poseen una cubierta vegetal que estabiliza los médanos aunque sea parcialmente. En cambio en la barrera oriental quedan 28.148 ha donde emplazar forestaciones, con sólo el 58% cubierto por vegetación psamófila (tabla 2). Así, ambos tramos totalizan casi 111.000 ha de médanos estabilizados donde se pueden llevar a cabo prácticas forestales.

DISCUSION

Son notorias las diferencias de uso para ambas barreras de médanos. Por un lado una zona que prosperó gracias a la actividad turística, beneficiada no sólo por la belleza de sus paisajes, que no le es ajena a la barrera austral, sino también por la cercanía a los grandes centros urbanos del país. Esto impulsó el desarrollo de exclusivos centros vacacionales con rápidos accesos que aportan gran cantidad de turistas durante todo el año. En ninguno de los tramos se llevó a cabo un plan de manejo silvicultural y el loteo y los klareos realizados para las construcciones en la barrera oriental impidió el desarrollo de extensos montes con ejemplares de gran porte pero de escaso diámetro como los que aparecen en la barrera austral con mínimas diferencias de densidad original de plantación. Tal es el caso de Claromecó, que careció de un manejo forestal hasta fines de la década pasada y a partir de entonces comenzó la remoción de individuos causando beneficios a la comunidad. A su vez, es imperioso mencionar que en la barrera oriental aparecen distintos grados de urbanización, con el consiguiente dete-

rioro de la cubierta vegetal. Villa Gesell manifiesta un alto grado de ocupación que despojó casi por completo la vegetación existente. Pinamar y Cariló o Mar Azul tuvieron un grado medio y bajo de remoción de la vegetación como una mejor opción para aumentar los valores de la tierra manteniendo en pie y renovando los reservorios de carbono con implicancias favorables al medio ambiente. Es así como parecen haberse diferenciado dos tramos en cuanto a la aplicabilidad de los bosques desarrollados. Una que ya se definió como turístico – inmobiliaria y otra que podría impulsarse para el desarrollo de la industria maderera con grandes extensiones de médanos estabilizados disponibles, donde debieran intensificarse los estudios correspondientes a las tasas de crecimiento de las distintas especies para estos suelos y estas condiciones climáticas tan particulares.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado como parte de la tesis doctoral del primer autor, quien se desempeña como becario de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Se agradece el apoyo logístico de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Los trabajos de campo en los sectores privados se realizaron con el permiso de los propietarios. Mención especial al apoyo en las tareas de campo por parte de L. Cortizo, C. De Francesco y G. Bértola; a S. Serra por el procesamiento de las muestras de suelo y a M. Farenga en el mejoramiento de las salidas gráficas.

REFERENCIAS

- Alonso S.I.; Montes L.; Nuciari M.C.; Clausen A.M. 1984. *Arboles y arbustos*. Clave Vegetativa Ilustrada de las Principales Especies Cultivadas en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Argentina, Departamento de Servicios Gráficos de la UNMdP. Balcarce. 116 p.
- Cabrera A.L. 1941. Las Comunidades Vegetales de las Dunas Costaneras de la Provincia de Buenos Aires. Argentina, *DAGI Publicaciones Técnicas*. Dirección de Agricultura, Ganadería e Industrias, Ministerio de Obras Públicas. **1**(2): 62 p.
- Cabrera A.L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires: ACME. t. 2, 85 p.
- Caillez F. 1980. *Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento*. Estimación del volumen. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. v. 1, p. 11-65.
- Colwell R.N. 1983. *Manual of Remote Sensing*. American Society of Photogrammetry. The Sheridan Press. 2 v., 2440 p.
- Congalton R.G.; Green K. 1992. The ABCs of GIS: An Introduction to Geographic information systems. *Journal of Forestry*, **40** (11): 13-20.
- Cozzo D. 1976. *Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina*. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur SRL, 612 p.
- Green E.P.; Mumby P.J.; Edwards A.J.; Clark C.D. 1996. A Review of Remote Sensing for the Assessment and Management of Tropical Coastal Resources. *Coastal Management*, **24**:1-40.
- Isla F.I. 1989. The Southern Hemisphere sea level fluctuation. *Quaternary Science Reviews*, **8**: 359-368.
- Isla F.I. 1998. Holocene coastal evolution of Buenos Aires. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, A. A. Balkema, **11**: 297-321.
- Isla F.I.; Villar M.C. 1992. *Ambiente costero*. Pacto ecológico. Mar del Plata, UNMdP. Cám. Dip. Prov. Bs. As., 23 p.
- Llobet A.F. 1944. *Las Dunas de las Costas Atlánticas Bonaerenses*. Talleres gráficos del Colegio Pío IX. Buenos Aires, 27 p.
- Vervoorst B. 1967. *La Vegetación de la República Argentina*. VII Las comunidades vegetales de la depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Buenos Aires, INTA, 262 p. (Serie Fitogeográfica 7).